

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU ⁽¹¹⁾ 105 009 ⁽¹³⁾ U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(51) МПК
F25B 21/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.01.2019)
Пошлина: учтена за 5 год с 14.01.2015 по 13.01.2016

(21)(22) Заявка: 2011101210/06, 13.01.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.01.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.01.2011

(45) Опубликовано: 27.05.2011 Бюл. № 15

Адрес для переписки:

620083, г.Екатеринбург, пр. Ленина, 51,
ГОУ УрГУ, проректору по инновационной
деятельности В.В. Кружаеву

(72) Автор(ы):

Осадченко Валерий Харитонович (RU),
Тарасов Евгений Николаевич (RU),
Бобров Валерий Анатольевич (RU),
Зинин Александр Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
университет им. А.М. Горького" (RU)

(54) МАГНИТНАЯ ТЕПЛОВАЯ МАШИНА

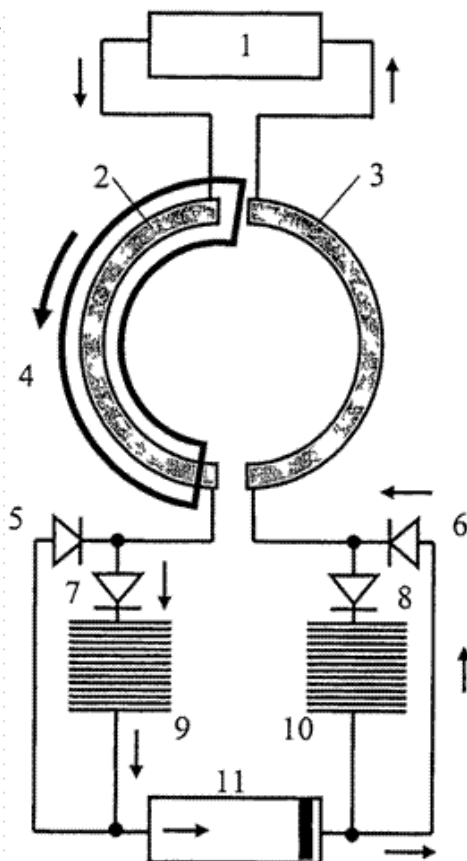
(57) Реферат:

1. Магнитная тепловая машина, содержащая в своем рабочем контуре магнитное рабочее тело, горячий и холодный теплообменники, устройства, обеспечивающие перемещение и изменение направления потока теплоносителя, и магнит, установленный с возможностью перемещения относительно рабочего тела для его намагничивания/размагничивания, отличающаяся тем, что рабочий контур выполнен незамкнутым и содержит, по меньшей мере, два горячих теплообменника, в качестве устройств для изменения направления потока теплоносителя в рабочем теле использованы, по меньшей мере, четыре неуправляемых обратных клапана, а в качестве устройства перемещения теплоносителя использован реверсивный нагнетатель.

2. Машина по п.1, отличающаяся тем, что в качестве рабочего тела использован материал с высокими значениями магнитокалорического эффекта в диапазоне температур 100-350 К, например переходные, редкоземельные и другие металлы и их сплавы, оксиды, гидриды и другие соединения.

3. Машина по п.1, отличающаяся тем, что рабочее тело размещено в контейнере, содержащем одну или несколько секций и имеющем форму диска, цилиндра или

параллелепипеда.



Полезная модель относится к холодильной или тепловой технике, а именно к магнитным тепловым машинам (холодильным машинам или тепловым насосам), использующим в качестве рабочего тела твердотельный магнитный материал с магнетокалорическим эффектом.

Магнетокалорический эффект (МКЭ) проявляется в обратимом поглощении или выделении тепла в магнитном материале при включении и выключении магнитного поля. Циклы намагничивания/размагничивания магнитного материала сходны с циклами расширения/сжатия газа и могут быть использованы в магнитных тепловых машинах и в магнитных рефрижераторах [1].

Для осуществления термодинамических циклов передачи тепла от рабочего тела к горячим и холодным теплообменникам устройств можно использовать потоки теплоносителя (жидкости или газа) после тепловой регенерации ими рабочего тела при включении и выключении магнитного поля.

Различные способы и устройства реализации подобных магнитных тепловых машин на основе технических термодинамических циклов типа Стирлинга, Брайтона и других активных магнитных регенерационных циклов, достаточно подробно описаны в [2-6].

Конструкции этих устройств обычно включают замкнутые холодный и горячий контуры с двумя насосами для перемещения теплоносителя и большое количество электроуправляемых переключателей направления потока теплоносителя через рабочее тело.

Недостатком известных магнитных тепловых машин является также то, что в моменты намагничивания и размагничивания рабочих тел перемещение теплоносителя прекращается, что приводит к значительному усложнению конструкции.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому эффекту к заявляемому решению является магнитная тепловая машина (магнитный холодильник или тепловой насос) [2], содержащая в своем рабочем контуре магнитное рабочее тело, горячий и холодный теплообменники, насосы для создания потока теплоносителя, вентили, переключатели направления потока теплоносителя, а также магнит, перемещающийся относительно рабочего тела для его намагничивания/размагничивания, в которой изменение направления потока теплоносителя в рабочем теле обеспечивается переключателями направления потока, управляемыми механически или электрически с помощью датчиков положения магнита, а для определения положения магнита относительно рабочего тела в машине могут быть использованы концевые переключатели, оптические, магнитные (датчики Холла,

магниторезистивные датчики), пьезоэлектрические, магнито-пьезоэлектрические и другие датчики.

Конструкция прототипа содержит два независимых замкнутых контура с двумя насосами для перемещения теплоносителей, большое количество электроуправляемых переключателей направления потока теплоносителя, что усложняет конструкцию машины и уменьшает ее надежность. В устройстве в моменты намагничивания и размагничивания рабочих тел, перемещение теплоносителя прекращается, что снижает его термодинамическую эффективность и удельную холодопроизводительность.

Задачей полезной модели является упрощение конструкции магнитной тепловой машины, повышение ее надежности, термодинамической эффективности и удельной холодопроизводительности.

Поставленная задача решается за счет того, что в магнитной тепловой машине, содержащей в своем рабочем контуре магнитное рабочее тело, горячий и холодный теплообменники, устройства, обеспечивающие перемещение и изменение направления потока теплоносителя, и магнит, установленный с возможностью перемещения относительно рабочего тела для его намагничивания/размагничивания, контур выполнен незамкнутым и содержит, по меньшей мере, два горячих теплообменника, в качестве устройств для изменения направления потока теплоносителя в рабочем теле использованы, по меньшей мере, четыре неуправляемых обратных клапана, а в качестве устройства перемещения теплоносителя использован реверсивный нагнетатель.

В качестве рабочего тела в машине может быть использован материал с высокими значениями магнитокалорического эффекта в диапазоне температур 100 - 350 К, например переходные, редкоземельные и другие металлы и их сплавы, оксиды, гидриды и другие соединения, а само рабочее тело размещено в контейнере, содержащем одну или несколько секций и имеющем форму диска, цилиндра или параллелепипеда

Сущность предложенной полезной модели поясняется графическими материалами, где

на фиг.1 показан общий вид машины на первой стадии цикла работы;

на фиг.2. показан общий вид машины на второй стадии цикла работы.

Магнитная тепловая машина, содержит (фиг.1. и фиг.2.): 1 - холодный теплообменник - холодильную камеру; 2, 3 - контейнеры, содержащие магнитное рабочее тело; 4 - магнит, перемещающийся относительно рабочего тела для его намагничивания/размагничивания; 5, 6, 7, 8 - обратные клапаны; 9, 10 - горячие теплообменники - радиаторы; 11 - реверсивный нагнетатель.

Направление потока теплоносителя показано стрелками.

Змеевик холодильной камеры 1 и радиаторы 9, 10 выполнены из материала, обладающего высокой теплопроводностью, например, из меди или алюминиевого сплава. Контейнеры 2, 3, содержащие рабочее тело, выполнены из немагнитного материала, например, капролона, в виде секторов диска. Постоянный магнит 4 может совершать реверсивное вращательное или возвратно поступательное движение относительно рабочего тела.

Рабочий контур заполнен теплоносителем, в качестве которого могут использоваться, в зависимости от рабочего интервала температур, жидкости или газы. В частности, в области комнатных температур может применяться вода, водный раствор спирта и т.д., а в области температур около 20 К - газообразный гелий.

Материал рабочего тела может быть использован в форме, обеспечивающей прохождение потока теплоносителя, например: набор пластин и шариков, дисперсный порошок, массивный материал с каналами и отверстиями и другие типы.

Рабочий цикл устройства состоит из двух стадий, в каждой из которых одновременно осуществляется намагничивание или размагничивание рабочего тела и продувка через него теплоносителя.

Магнитная тепловая машина работает следующим образом.

На первой стадии цикла поршень нагнетателя 11 перемещается вправо (фиг.1), выдавливая теплоноситель через обратный клапан 6, рабочее тело в контейнере 3, змеевик холодильной камеры 1, рабочее тело в контейнере 2, обратный клапан 7 и радиатор 9 в освобождающийся объем нагнетателя 11. При этом фронт постоянного магнита 4 нагревает рабочее тело в контейнере 2, а срез магнита 4 охлаждает рабочее тело в контейнере 3. Нагретый рабочим телом в контейнере 2 теплоноситель поступает через клапан 7 в радиатор 9, а теплоноситель, охлажденный рабочим телом в контейнере 3, накапливается в змеевике холодильника 1, отбирая от него некоторое

количество теплоты ΔQ_1 . На фиг.1. показано расположение частей машины в момент времени, предшествующий завершению первой стадии цикла.

После завершения первой стадии цикла реверсируются движения нагнетателя 11 и магнита 4 и начинается вторая стадия цикла, аналогичная первой, но в противоположном направлении. На фиг.2. показано положение магнита 4, и направление потоков теплоносителя для момента времени, предшествующего завершению второй стадии цикла. К этому моменту нагретый рабочим телом в контейнере 3 теплоноситель выдавлен в радиатор 10 и отдает ему полученное от рабочего тела тепло. Предполагается, что теплоноситель отбирает у рабочего тела все выделенное количество теплоты. В контейнер 3 с рабочим телом из змеевика холодильной камеры 1 поступил охлажденный теплоноситель, который понизил температуру рабочего тела в контейнере 3 ниже исходной, отбирая от него количество теплоты ΔQ_3 . Очевидно, $\Delta Q_3 < \Delta Q_1$. В течение времени этой стадии цикла к рабочему телу в контейнере 2 с противоположного вывода радиатора 9 поступал охлажденный до исходной температуры теплоноситель. Одновременно охлажденный рабочим телом в контейнере 2 теплоноситель поступал в змеевик холодильной камеры 1, дополнительно отбирая от нее некоторое количество теплоты, немного меньшее, чем ΔQ_1 . В результате произойдет дополнительное понижение температуры змеевика холодильной камеры 1. В следующем цикле этот объем теплоносителя возвращается в контейнер 2 с рабочим телом, отбирая от него тепло, величиной $\Delta Q_2 \approx \Delta Q_3$ и понижая его температуру ниже исходной. Во второй стадии текущего цикла так же понизится температура рабочего тела в контейнере 3 и произойдет дальнейшее понижение температуры холодильной камеры 1.

Описанный процесс передачи тепла от холодильной камеры к радиаторам будет продолжаться до тех пор, пока количество теплоты ΔQ_1 не сравняется с теплом, приносимым в систему паразитными теплопритоками. Уменьшение ΔQ_1 связано с тем, что величина магнетокалорического эффекта уменьшается с выходом температуры рабочего тела за границы интервала температур магнитного фазового перехода. Для предотвращения снижения ΔQ_1 целесообразно составлять рабочее тело из нескольких сплавов с максимумами МКЭ, находящимися в различных температурных диапазонах. При этом тела с низкотемпературными диапазонами должны располагаться ближе к выходу контейнера, соединенному с холодильной камерой 1.

Предложенная модель магнитной тепловой машины с незамкнутым контуром с двумя горячими теплообменниками и реверсивным нагнетателем вместо жидкостного насоса и неуправляемыми обратными клапанами позволила существенно упростить конструкцию магнитной тепловой машины, повысить ее надежность, термодинамическую эффективность и удельную хладопроизводительность.

Источники информации.

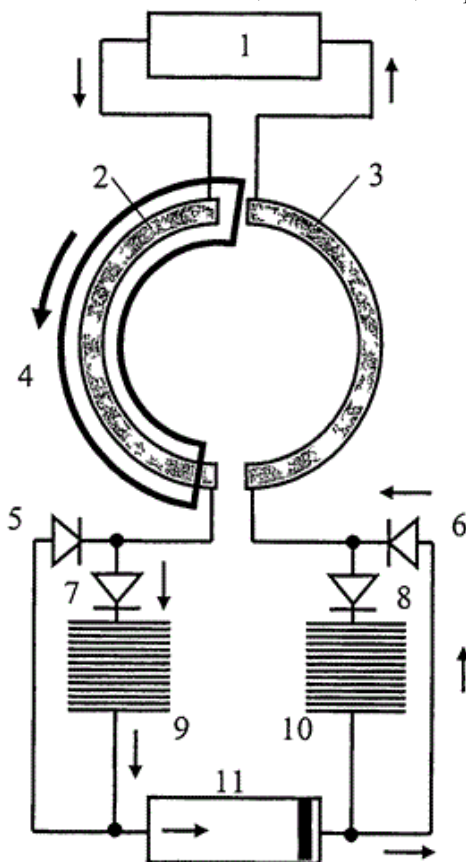
1. Белов К.П. Магнитотепловые явления в редкоземельных магнетиках, М.: Наука, 1990, 96 с.
2. Патент России №2252375, МПК F25B 21/00, опубликован 20.05.2005
3. Патенты США US 3413814, US 4107935, US 4408463, US 4507928, US 5934078, US 6526759
4. Патент Франции FR 2580385
5. C.Vasile, C.Muller. Innovative design of a magnetocaloric system. International Journal of Refrigeration 29 (2006) 1318-1326.
6. K.A.Gschneidner, Jr., V.K.Pecharsky. Thirty years of near room temperature magnetic cooling: Where we are today and future prospects. International Journal of Refrigeration 31 (2008) 945-961.

Формула полезной модели

1. Магнитная тепловая машина, содержащая в своем рабочем контуре магнитное рабочее тело, горячий и холодный теплообменники, устройства, обеспечивающие перемещение и изменение направления потока теплоносителя, и магнит, установленный с возможностью перемещения относительно рабочего тела для его намагничивания/размагничивания, отличающаяся тем, что рабочий контур выполнен незамкнутым и содержит, по меньшей мере, два горячих теплообменника, в качестве устройств для изменения направления потока теплоносителя в рабочем теле использованы, по меньшей мере, четыре неуправляемых обратных клапана, а в качестве устройства перемещения теплоносителя использован реверсивный нагнетатель.

2. Машина по п.1, отличающаяся тем, что в качестве рабочего тела использован материал с высокими значениями магнитокалорического эффекта в диапазоне температур 100-350 К, например переходные, редкоземельные и другие металлы и их сплавы, оксиды, гидриды и другие соединения.

3. Машина по п.1, отличающаяся тем, что рабочее тело размещено в контейнере, содержащем одну или несколько секций и имеющем форму диска, цилиндра или параллелепипеда.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

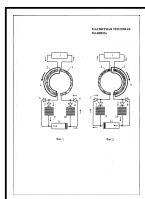
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **14.01.2012**

Дата публикации: [10.11.2012](#)

NF1K Восстановление действия патента

Дата, с которой действие патента восстановлено: **20.07.2014**

Дата внесения записи в Государственный реестр: **02.07.2014**

Дата публикации: [20.07.2014](#)

PC1K Государственная регистрация перехода исключительного права без заключения договора

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (RU)

Правопреемник:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (RU)

Лицо(а), исключительное право которого(ых) переходит без заключения договора:

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный университет им. А.М.Горького" (RU)

Дата и номер государственной регистрации перехода исключительного права: **30.10.2014 РП0004276**

Адрес для переписки:

ГОУ ВПО "Уральский государственный университет им. А.М.Горького", пр-кт Ленина, 51, г. Екатеринбург, 620000

Дата внесения записи в Государственный реестр: **30.10.2014**

Дата публикации: [20.11.2014](#)

MM1K Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **14.01.2016**

Дата публикации: [10.11.2016](#)